Penerapan Sistem Irigasi Curah (*Sprinkler*) Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium Cepa L.*) Berbasis Mikrokontroler ATmega328
(*Implementation of Sprinkler Irrigation Systems for Onion Plants (Allium Cepa L.) Based on ATmega328 Microcontroller*)

Ruwaida¹, Indera Sakti Nasution¹, Purwana Satriyo^{1*}

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: Purwana.23@gmail.com

Abstrak. Di era revolusi Industri 4.0 penggunaan teknologi semakin berkembang pesat dalam segala aspek, hal ini ditandai dengan adanya penggunaan mesin-mesin otomatis dan terintegrasi internet, seperti pendistribusian air tanaman yang dilakukan dengan menggunakan *remote control* dan di-*monitoring* dimana saja. Salah satu pengendali yang dapat digunakan untuk menjalankan sistem secara otomatis yaitu mikrokontroler ATmega328. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi penerapan pendistribusian air dengan sistem irigasi curah (*sprinkler*) pada tanaman bawang merah (*Allium cepa L.*) berbasis mikrokontroler ATmega328. Penelitian ini dimulai dengan melakukan perancangan dan pembuatan alat irigasi curah (*sprinkler*) yang didalamnya dipasang perangkat *hardware* dan *software* dengan *input* yang terdiri dari sensor kelembaban tanah *type* v1.2, sensor suhu dan kelembaban udara *type* DHT22, dan sensor *water flow* meter untuk mengukur debit air. Alat transmisi yang digunakan yaitu modul *transceiver* NRF24L01+ yang dapat mengirim dan menerima informasi secara nirkabel. Pengamatan terhadap penerapan sistem dilakukan selama 3 hari. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem irigasi curah (*sprinkler*) berbasis mikrokontroler ATmega328 pada tanaman bawang merah dapat berjalan dengan baik. Sistem yang dirancang mampu membaca nilai kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu dan debit air serta mampu melakukan penyiraman secara otomatis sesuai dengan *set point* nilai kelembaban tanah. Pengujian sistem berdasarkan perbedaan jarak (5-45 meter) dan pengujian berdasarkan selang waktu (*delay* 1-300 detik) penerimaan data antara pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) berjalan dengan baik, hal ini ditunjukkan dengan diterimanya data oleh penerima (*receiver*) dalam delay 1 detik.

Kata Kunci : Irigasi curah (*sprinkler*), bawang merah, mikrokontroler ATmega328

Abstract. In the industrial Revolution 4.0 era, the use of technology is rapidly growing in all aspects, indicated by the use of automatic machines and integrated with the internet, such as distribution plant water which is done using a remote control and monitored anywhere. One of the controllers that can use to run the system automatically is the ATmega328 microcontroller. The purpose of this study is to evaluate the application of water distribution with an irrigation system (*sprinkler*) on the onion plants (*Allium cepa L.*) based on the ATmega328 microcontroller. This research started by designing an irrigation device (*sprinkler*) that includes hardware and software. Several sensors are installing with inputs consisting of soil moisture sensor *type* v1.2, temperature and humidity sensors *type* DHT22, and a water flow meter sensor to measure water flow. The NRF24L01 was using as a transceiver module that was sent and receive information wirelessly. Successful application of the irrigation system (*sprinkler*) on onion plants was monitored for 3 days. Based on the results, the system proposed was successfully implemented, which can measure the value of soil moisture, air humidity, temperature, and water flow. This system also can control plant watering automatically according to the set point of soil moisture. The NRF24L01 module was able to transmit the data until 45 meters, and with time intervals from 1 to 300 seconds.

Keywords : Sprinkler irrigation, onion plant, microcontroller ATmega328

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium cepa L.*) merupakan salah satu komoditi sayuran yang menjadi unggulan nasional selain kentang dan cabai. Di Indonesia, budidaya bawang merah umumnya diterapkan di lahan kering seperti pulau jawa. Di luar pulau jawa pusat produksi bawang merah yaitu NTB, Sumatera Barat dan Sulawesi Selatan yang termasuk lahan kering (Rachmat *et. al*, 2012). Penanaman pada lahan kering membutuhkan ketersediaan air yang cukup untuk proses penyiraman (Sumarni dan Hidayat, 2005). Air sering menjadi salah satu faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman, terutama di daerah kering dan semi-kering, tapi bahkan di beberapa di daerah lembab.

Umumnya kebutuhan air tanaman dipengaruhi oleh koefisien tanaman (Kc) sedangkan pengetahuan koefisien tanaman terutama untuk tanaman semusim lahan kering masih sangat terbatas, sehingga penggunaan air secara tepat belum banyak diketahui (Kurnia, 2004). Irigasi merupakan faktor yang sangat menentukan dalam kegiatan pertanian terutama untuk lahan kering. Mulanya kegiatan irigasi hanya sebatas mendistribusikan air ke lahan saja tanpa mempedulikan berapa jumlah air yang seharusnya dibutuhkan oleh lahan dan tanaman itu sendiri (Prastowo, 2002).

Di era revolusi Industri 4.0 penggunaan teknologi semakin berkembang pesat dalam segala aspek, hal ini ditandai dengan adanya penggunaan mesin-mesin otomatis yang terpadu dan terintegrasi internet. Oleh karena itu, sektor pertanian juga diharapkan mampu beradaptasi terhadap revolusi Industri 4.0 untuk menjawab tantangan masa depan, seperti pendistribusian air tanaman yang dilakukan dengan menggunakan *remote control* dan *di-monitoring* dimana saja. salah satu pengendali yang dapat digunakan untuk menjalankan sistem secara otomatis yaitu mikrokontroler ATmega328, dimana mikrokontroler ATmega328 dapat dikoneksikan dengan radio frekuensi sehingga mampu menerima dan mengirim informasi secara nirkabel. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi penerapan pendistribusian air dengan sistem irigasi curah (*sprinkler*) pada tanaman bawang merah (*Allium cepa L.*) berbasis mikrokontroler ATmega328.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari 2020 sampai dengan September 2020 di Kebun Cut Nyak Dhien Dinas Pertanian dan Perkebunan Aceh, Gampong Kota Baru, Kecamatan Kuta Alam, Banda Aceh.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas prangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras (*hardware*) terdiri atas: arduino uno (2 unit), sensor kelembaban tanah kapasitif *type v1.2* (1 unit), sensor *water flow meter* (1 unit), *module relay* (1 unit), *nrf24l01+* (2 unit), *nozzle head sprinkler* (1 unit), pompa air (1 unit), gergaji pipa (1 unit), adaptor 12v (2 unit). pcb (2 unit), kabel *jumper* (1 paket), kabel listrik (15 meter), solder dan timah solder (1 paket), stop kontak (2 unit), laptop dan alat tulis (1 paket).

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan terdiri atas: Program Arduino IDE, Program *Microsoft Office* 2010, dan Program Kicad.

Bahan yang digunakan pada penelitian yaitu pipa PVC $\frac{3}{4}$ Inch (15 batang), sambungan pipa (1 paket), tanaman bawang merah, tanah, dan air secukupnya.

Prosedur Penelitian

Blok Diagram

Dimulai dari perancangan irigasi *sprinkler* yang didalamnya dipasang perangkat *hardware* dan *software* dengan *input* yang terdiri dari sensor kelembaban tanah kapasitif v1.2, sensor suhu dan kelembaban udara tipe DHT22, sensor *water flow* meter. Sistem ini bekerja dengan menggunakan modul *transceiver* NRF24L01+ yang diatur sebagai pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*). Pemancar (*transmitter*) menjalankan tugas sebagai pengirim informasi yang telah dibaca oleh (sensor kelembaban tanah kapasitif v1.2, sensor DHT22 dan sensor *water flow*), kemudian dikirim ke penerima (*receiver*) melalui Modul NRF24L01+. Apabila nilai kelembaban tanah kurang dari nilai yang telah diatur maka dengan otomatis saklar akan menyalakan pompa, sehingga air dapat terdistribusi ke tanaman dan begitu juga sebaliknya. Nilai yang telah dikirim sensor DHT22, sensor kelembaban tanah kapasitif v1.2, dan sensor *water flow* meter melalui NRF24L01+ dapat dilihat di aplikasi Arduino Uno yang telah ter-*install* di laptop sebagai hasil *output*.

Perancangan Kontruksi Utama Irigasi Curah (*Sprinkler*)

Gambar 1. Perancangan Kontruksi Utama Irigasi Curah (*Sprinkler*)

2.3.3. Perancangan Sistem

1. Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* adalah perancangan perangkat keras yang dapat mendukung proses komputerisasi. Perancangan *hardware* Arduino Uno dilakukan pada beberapa komponen elektronika, diantaranya adalah sebagai berikut :

- (1) Sensor Kelembaban Tanah Kapasitif Type v1.2
- (2) Sensor dan Kelembaban Udara Type DHT22
- (3) Sensor *water flow* meter
- (4) *Relay* dan Pompa Air
- (5) Radio Frekuensi Type NRF24L01+

2. Perancangan Software

Pada penelitian ini, untuk menjalankan sistem irigasi curah (*sprinkler*) secara otomatis maka perlu dilakukan pemrograman (*source code*) di Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Pemrograman ini meliputi dua pemrograman, yaitu pemrograman sebagai pemancar (*transmitter*) untuk menjalankan perintah mengirim informasi data-data yang dibaca oleh sensor dan pemrograman sebagai penerima (*receiver*) untuk menjalankan tugas pendistribusian air ke tanaman bawang merah secara otomatis berdasarkan tingkat kelembaban tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahapan dari penerapan suatu sistem yang dilakukan setelah melewati beberapa tahap yaitu dimulai dari tahap analisis serta tahap perancangan sistem yang telah dibuat. Implementasi sistem meliputi implementasi kontruksi utama, implemntasi perangkat keras (*hardware*), dan implemetasi perangkat lunak (*software*).

Implementasi Pemograman Pemancar (*Harware*) dan Penerima (*Software*)

Skematik Implementasi Pemograman Pemancar (*Harware*)

Implementasi pemograman pemancar (*transmitter*) dengan kode pemograman pemancar untuk menjalankan perintah mengirimkan data-data yang telah dibaca oleh sensor ke penerima (*receiver*) melalui modul transceiver NRF24L01+. Sensor yang digunakan yaitu sensor kelembaban tanah kapasitif v1.2, sensor suhu dan kelembaban udara tipe DHT22, dan sensor *waterflow* meter. Skematik implementasi pemograman pemancar diperlihatkan pada Gambar 2.

Gambar 2. Skematik Rangkaian Pemancar (*Transmitter*)

Skematik Implementasi Pemrograman Penerima (*Software*)

Implementasi pemrograman penerima (*receiver*) dalam penelitian ini dilakukan setelah merangkai komponen-komponen penerima dan memasukkan kode pemrograman (*Sketch*) sebagai penerima data dari *transmitter* dan menjalankan perintah penyiraman air secara otomatis sesuai dengan data yang diterima. Skematik implementasi pemrograman pemancar dapat dilihat seperti pada Gambar 3.

Gambar 3. Skematik Rangkaian Penerima (*Receiver*)

Pengujian Parameter Sistem

Pengujian Sensor Kelembaban Tanah *Type v1.2*

Pengujian sistem sensor kelembaban tanah *type v1.2* bertujuan untuk menguji fungsi rangkaian sensor di lokasi penelitian. Pengujian sensor kelembaban tanah *type v1.2* ini dilakukan menggunakan sampel tanah di lokasi penelitian pada saat tanah kering dan pada saat tanah basah seperti pada (Gambar 5). Hal ini bertujuan untuk mendapatkan rentang nilai kelembaban tanah pada saat tanah dalam kondisi kering dan pada saat tanah dalam kondisi basah. Adapun pengambilan sampel tanah diambil secara acak seperti pada (Gambar 4).

Gambar 4: Pengambilan Sampel Tanah Kering dan Basah: (1) sudut kanan bawah, (2) sudut kiri bawah, (3) tengah, (4) sudut kanan atas, dan (5) sudut kiri atas

Setelah dilakukan pengujian sensor kelembaban tanah v1.2 pada kondisi tanah kering dan basah dengan lima sampel tanah yang diambil secara acak dilokasi penelitian diperoleh rentang nilai pada kondisi tanah kering (510-579) dan rentang nilai pada kondisi tanah basah (460-500). Mengacu pada nilai dasar yang dibaca sensor kelembaban tanah v1.2 pada kondisi kering (*air value* = 600=0%) dan pada saat sensor berada pada kondisi basah (*water value* =400=100%) maka rentang nilai kelembaban tanah kering yang didapatkan ini jika dipersentasekan hasilnya yaitu (49% sampai dengan 10%) dan rentang nilai kelembaban tanah basah (70% sampai dengan 50%). Jadi, semakin tinggi angka yang dibaca oleh sensor kelembaban tanah v1.2 maka semakin kering tanah tersebut, dan bila semakin rendah angka yang dibaca oleh sensor kelembaban tanah v1.2 maka semakin basah tanah tersebut dengan berpatokan pada batasan angka maksimum dan minimum (400-600) sensor kelembaban tanah *type* v1.2 itu sendiri.

A

B

Gambar 5: Pengujian Sensor Kelembaban Tanah *Type* v1.2, A). Tanah Kering, dan B). Tanah Basah

Otomasi Penyiraman Berdasarkan Nilai Kelembaban Tanah

Berdasarkan hasil pengujian sensor kelembaban tanah v1.2 pada kondisi tanah kering dan basah maka nilai tersebut menjadi penentuan penyiraman air ke tanaman bawang merah secara otomatis dengan bantuan *relay*. Untuk mengetahui persentase kelembaban tanah maka data yang dibaca sensor kelembaban tanah kapasitif v1.2 dimasukkan ke dalam (persamaan 1).

Kelembaban Tanah =

$$\frac{600-x}{600-400} 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- X = Hasil Bacaan Sensor Kelembaban Tanah Kapasitif v1.2
- 600 = Ketentuan Nilai Maksimum (*Air Value*)
- 400 = Ketentuan Nilai Minimum (*Water Value*)

Proses pengambilan data otomasi penyiraman selama tiga hari berfungsi atau tidak dapat dilihat seperti pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, otomasi penyiraman berdasarkan nilai kelembaban tanah yang telah dilakukan selama 3 hari pengujian berjalan dengan baik dan berfungsi sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan. Hal tersebut dibuktikan pada saat program sedang diproses, sensor

kelembaban tanah dapat membaca kelembaban tanah dan pompa air dikontrol sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan. *Set point* yang ditentukan pada kode program jika kecil dari 50% maka pompa ON dan jika besar dari 70% maka pompa OFF.

Tabel 1. Otomasi Penyiraman Berdasarkan Nilai Kelembaban Tanah

Tanggal	Jam	Debit (L/ Jam)	Sensor v1.2	Kelembaban Tanah (%)	Relay	Alat Berfungsi/Tidak
05/09/2020	08:00	550	501	49	ON	Berfungsi
	10:00	0	470	65	OFF	Berfungsi
	12:00	0	489	56	OFF	Berfungsi
	14:00	0	494	53	OFF	Berfungsi
	16:00	553	504	48	ON	Berfungsi
	18:00	0	470	65	OFF	Berfungsi
06/09/2020	08:00	546	502	49	ON	Berfungsi
	10:00	0	471	65	OFF	Berfungsi
	12:00	0	485	58	OFF	Berfungsi
	14:00	0	496	52	OFF	Berfungsi
	16:00	577	501	49	ON	Berfungsi
	18:00	0	472	64	OFF	Berfungsi
07/09/2020	08:00	581	501	49	ON	Berfungsi
	10:00	0	472	64	OFF	Berfungsi
	12:00	0	485	58	OFF	Berfungsi
	14:00	0	496	52	OFF	Berfungsi
	16:00	586	502	49	ON	Berfungsi
	18:00	0	472	64	OFF	Berfungsi

Sumber: Data Penelitian (2020)

Pengujian Sistem Berdasarkan Perbedaan Jarak Antara Pemancar dan Penerima

Pengujian sistem berdasarkan perbedaan jarak antara pemancar dan penerima dilakukan untuk melihat data yang dibaca sensor dapat terkirim dengan baik dari pemancar (*transmitter*) ke penerima (*receiver*) dengan pengaturan *delay* 1 detik. Penelitian dilakukan dengan menempatkan pemancar (*transmitter*) disatu tempat yang sama sementara penerima (*receiver*) yang berpindah dengan jarak yang telah ditentukan menggunakan meteran. Pengujian sistem berdasarkan perbedaan jarak antara pemancar dan penerima dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Sistem Berdasarkan Perbedaan Jarak antara Pemancar dan Penerima

No.	JARAK (Meter)	SELANG WAKTU (Detik)
1	5	1,0121
2	10	1,0088
3	15	1,0137
4	20	1,0154
5	25	1,6472
6	30	1,6438
7	35	1,1203
8	40	1,012
9	45	1,544

Sumber : Data Penelitian (2020)

Berdasarkan Tabel 2, pengujian sistem berdasarkan perbedaan jarak (5-45 meter), data sensor dapat terkirim ke penerima (*receiver*), namun perbedaan jarak tersebut menyebabkan data yang terkirim membutuhkan selisih waktu lebih dari 1 detik. Data selang waktu yang dimaksudkan di dalam Tabel 5 merupakan hasil rata-rata dari selang waktu selama pengujian terhadap jarak yang telah ditentukan. Data tersebut kemudian dimasukkan ke dalam grafik pengaruh jarak terhadap waktu pengiriman data. Hasil dari pengaruh jarak terhadap waktu pengiriman data dapat dilihat pada (Gambar 6).

Gambar 6. Pengaruh Jarak Terhadap Waktu Pengiriman Data

Berdasarkan Gambar 6, perbedaan jarak terhadap waktu pengiriman data dimulai dari jarak 5 meter sampai 45 meter dapat terkirim karena sesuai dengan spesifikasi dari radio frekuensi *type* NRF24L01+ dapat mengirim data dengan jangkauan komunikasi 800 + m (saling berhadapan). Hal ini juga didukung dari penelitian yang telah dilakukan oleh (Shobrina *et. al*, 2018) dengan judul “Analisis kinerja pengiriman data modul *transceiver* NRF24L01+, Xbee dan Wifi ESP8268 *wireless sensor network*”, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada jarak yang telah ditentukan (0-24 meter) NRF24L01+ lebih unggul dalam hal pengiriman data karena paket data yang diterima lebih banyak daripada sistem dengan modul Xbee dan ESP8268.

Pengujian Sistem Berdasarkan Selang Waktu (*Delay*) Penerimaan Data Sensor

Pengujian sistem berdasarkan selang waktu penerimaan data sensor dilakukan untuk melihat data yang dikirim sensor melalui pemancar (*Transmitter*) dapat diterima oleh penerima (*receiver*). Pada saat penelitian pengujian sistem berdasarkan selang waktu (*delay*) diuji dengan jarak yang sama antara pemancar dan penerima (15 meter) pada beberapa *delay* yaitu *delay* 1 detik, 5 detik, 10 detik, 20 detik, 40 detik, 60 detik dan 300 detik. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sistem Berdasarkan Selang Waktu (*Delay*) Penerimaan Data Sensor

DELAY (t)	HASIL	
	TERKIRIM	TIDAK
1	✓	
5	✓	
10	✓	
20	✓	
40	✓	
60	✓	
300	✓	

Sumber: Data Penelitian (2020)

Berdasarkan Tabel 3. Pengujian sistem berdasarkan selang waktu (*delay*) penerimaan data dari sensor (Sensor kelembaban tanah *type* v1.2, sensor suhu dan kelembaban udara *type* DHT22, dan sensor *waterflow* meter) dapat terkirim dari pemancar (*transmitter*) ke penerima (*receiver*). Hal ini juga didukung oleh penelitian yang telah dilakukan oleh (Shobrina *et. al*, 2018) dengan judul penelitian “Analisis kinerja pengiriman data modul *transceiver* NRF24L01+, Xbee dan Wifi ESP8268 *wireless* sensor network”, hasil penelitian tersebut menunjukkan yang bahwa pengiriman dan penerimaan paket data dengan *delay* (0, 15, 30 dan 45 detik) menggunakan modul nRF24L01 memiliki *range delay* dari 0.64 detik sampai 1.12 detik. Artinya paket data dapat terkirim dan diterima dengan baik oleh penerima (*receiver*) karna *range delay* mendekati nilai konstan.

Pengamatan Kelembaban Tanah, Kelembaban Udara, Debit Air, dan Suhu pada Tanaman Bawang Merah

Pengamatan kelembaban tanah, kelembaban udara debit air dan suhu pada tanaman bawang merah menggunakan sistem irigasi curah (*sprinkler*) berbasis Arduino Uno ATmega328 dilakukan selama 3 hari dimulai dari hari Sabtu tanggal 05 September 2020 sampai dengan hari Senin tanggal 07 September 2020. Data diambil dari pukul 08.00 WIB sampai dengan 18.00 WIB dengan *delay* 1 menit, tujuannya untuk mengetahui kondisi kelembaban tanah, suhu, kelembaban udara dan debit air dengan akurat. Pengamatan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengamatan Kelembaban Tanah, Kelembaban Udara, Debit Air dan Suhu pada Tanaman Bawang Merah

Tanggal	Jam	Debit (L/Jam)	Sensor v1.2	Kelembaban Tanah (%)	Suhu (°C)	Kelembaban udara (%)
05/09/2020	08:00	550	501	49	26	85
	10:00	0	470	65	30	69
	12:00	0	489	56	32	60
	14.00	0	494	53	30	65
	16:00	553	504	48	30	68
	18:00	0	470	65	26	86
06/09/2020	08:00	546	502	49	26	86
	10:00	0	471	65	30	68
	12:00	0	485	58	29	75

	14:00	0	496	52	31	62
	16:00	577	501	49	29	70
	18:00	0	472	64	28	82
07/09/2020	08:00	581	501	49	27	83
	10:00	0	472	64	30	68
	12:00	0	485	58	30	68
	14:00	0	496	52	31	62
	16:00	586	502	49	29	75
	18:00	0	472	64	28	80

Sumber : Data Penelitian (2020)

(a)

(b)

(c)

Gambar 7: Data Pembacaan Sensor Selama 3 Hari Pengujian; a). Pembacaan Nilai Suhu Sensor DHT22; b). Pembacaan Nilai Kelembaban Udara Sensor DHT22; c). Pembacaan Sensor Kelembaban Tanah *Type v1.2* dan Sensor *Water Flow Meter*

Data hasil pengamatan kemudian dimasukkan ke dalam grafik pembacaan sensor selama 3 hari pengujian dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 7. Gambar 7, menunjukkan bahwa selama 3 hari pengujian, nilai yang dibaca oleh sensor (sensor kelembaban tanah *type v1.2*, sensor suhu dan kelembaban udara *type DHT22*, dan sensor *water flow meter*) mengalami peningkatan dan penurunan terhadap diterimanya data sensor ke penerima (*receiver*). Data suhu lingkungan selama tiga hari pengujian berkisar antara 26°C sampai dengan 31°C seperti pada Gambar 7(a), dan kelembaban udara berkisar antara 60% sampai dengan 86% seperti pada Gambar 7(b). Jadi, suhu relatif rendah pada pukul 08.00 WIB dan pukul 18.00 WIB dan berbanding terbalik dengan kelembaban udara yang relatif tinggi pada pukul 08.00 WIB dan pukul 18.00 WIB. Hal ini juga sejalan dengan Sandy (2017), yang menyatakan bahwa suhu berbanding lurus dengan intensitas cahaya matahari dan berbanding terbalik dengan kelembaban udara.

Kelembaban tanah yang dibaca oleh sensor kelembaban tanah *v1.2* selama tiga hari pengujian, pada pukul 08.00 WIB dan pukul 16.00 WIB kelembaban tanah berada di titik kering (<50%) sehingga secara otomatis *relay* ON dan hal ini dibuktikan dengan adanya data debit air yang dibaca sensor *water flow meter* tidak sama dengan nol ($\neq 0$). Sementara pada pukul 10.00 WIB, 12.00 WIB, 14.00 WIB serta 18.00 WIB kelembaban tanah berada pada titik normal atau yang diharapkan (50%-70%) sehingga secara otomatis *relay* OFF dan hal ini dibuktikan oleh data debit air yang terbaca oleh sensor *water flow meter* adalah (0) seperti pada Gambar 7(c). Jadi, penerapan sistem irigasi curah (*sprinkler*) pada tanaman bawang merah berbasis mikrokontroler Atmega328 berhasil dilakukan secara otomatis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penerapan sistem irigasi curah (*sprinkler*) pada tanaman bawang merah menggunakan Arduino Uno berbasis mikrokontroler ATmega328 dapat berjalan dengan baik sesuai fungsinya. Sistem mampu membaca nilai kelembaban tanah,

suhu, kelembaban udara dan debit air serta mampu melakukan penyiraman sesuai dengan nilai kelembaban tanah.

2. Pengujian sistem berdasarkan perbedaan jarak antara pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) dengan jarak 5 sampai 45 meter dapat diterima oleh penerima (*receiver*) dalam *delay* 1 detik.
3. Pengujian sistem berdasarkan selang waktu penerimaan data dari sensor (Sensor kelembaban tanah *type* v1.2, sensor suhu dan kelembaban udara *type* DHT22, dan sensor *waterflow* meter) dengan *delay* 1 sampai 300 detik dapat terkirim dari pemancar (*transmitter*) ke penerima (*receiver*) dengan baik.

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini yaitu

1. Penerapan sistem irigasi secara otomatis berbasis mikrokontroler ATmega328 juga dapat diimplementasikan pada jenis tanaman lain, namun disesuaikan dengan kebutuhan pengelola.

DAFTAR PUSTAKA

- Kurnia U. 2004. *Prospek pengairan pertanian tanaman semusim lahan kering*. Balai Penelitian Tanah. Jurnal Litbang Pertanian 23(4).
- Prastowo. 2002. *Pedoman Teknis Pengembangan Irigasi Sprinkler untuk Menunjang Komoditas Hortikultura, Perkebunan dan Peternakan Bogor*. Bogor.
- Rachmat M. Sayaka B dan Muslim C. 2012. *Produksi Perdagangan dan harga Bawang Merah*. Litbang Deptan.
- Sandy, D.A. 2017. *Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap perubahan suhu, kelembaban udara dan tekanan udara*. Skripsi. Universitas Jember. Jember.
- Sumarni N dan Hidayat A. 2005. *Panduan Teknis PTT Bawang Merah No.3*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang.
- Shobina, U. J., R. Primananda, dan R. Maulana. 2018. *Analisis kinerja pengiriman data modul transceiver NRF24L01+, Xbee, dan Wifi ESP8266 pada wireless sensor network*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. 2(4): 1510-1517.